

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Patent Application of)
Kenjiro WATANABE et al.)
Serial No.: To Be Assigned) Group Art Unit: To Be Assigned
Filed: April 13, 2001) Examiner: To Be Assigned
For: OPTICAL ELEMENT, OPTICAL HEAD)
AND SIGNAL REPRODUCING METHOD)

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

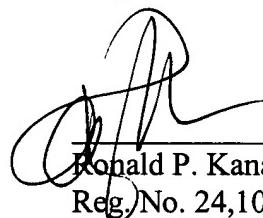
Sir:

The benefit of the filing date of the following prior application filed in the following foreign country is hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-118554 filed April 14, 2000

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,



Ronald P. Kananen
Reg. No. 24,104

Dated: April 13, 2001

RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.
1233 20TH Street, NW
Suite 501
Washington, DC 20036
202-955-3750-Phone
202-955-3751-Fax
Customer No. 23353

U.S. PRO
J1000 09/833640
04/13/01



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 4月14日

出願番号

Application Number:

特願2000-118554

出願人

Applicant(s):

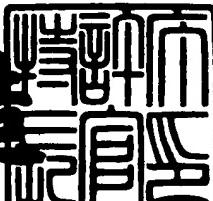
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3018039

【書類名】 特許願
【整理番号】 0000262704
【提出日】 平成12年 4月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/13
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 渡辺 健次郎
【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内
【氏名】 玉田 仁志
【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社
【代表者】 出井 伸之
【代理人】
【識別番号】 100067736
【弁理士】
【氏名又は名称】 小池 晃
【選任した代理人】
【識別番号】 100086335
【弁理士】
【氏名又は名称】 田村 榮一
【選任した代理人】
【識別番号】 100096677
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子及びこれを用いた光学ヘッド、信号再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸と略直交するレンズ面に、このレンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材が埋め込まれていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 上記導電材はレンズ光軸上に軸対称に埋め込まれ、その先端がレンズ面における光学スポットの径より小なる直径を有し、レンズ面に臨んでいることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

【請求項3】 上記導電材は線状とされ、光学スポットを横切るように上記レンズ面に埋め込まれていることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

【請求項4】 半球レンズ、超半球レンズ、対物レンズから選ばれる1種であることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

【請求項5】 上記導電材は、金属、半金属、レンズ材と異なる屈折率を有する透明導電材のいずれかからなることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

【請求項6】 上記導電材には、電流を流すための電極が設けられていることを特徴とする請求項1記載の光学素子。

【請求項7】 スライダに光学素子が搭載されてなり、光記録媒体に再生光を照射して信号の再生を行う光学ヘッドにおいて、

上記光学素子は、光軸と略直交するレンズ面に、このレンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材が埋め込まれていることを特徴とする光学ヘッド。

【請求項8】 上記光学素子は、半球レンズ、超半球レンズ、対物レンズから選ばれる1種であることを特徴とする請求項7記載の光学ヘッド。

【請求項9】 上記光学素子は、スライダと一体化されていることを特徴とする請求項7記載の光学ヘッド。

【請求項10】 信号検出用の光学素子と、参照用の光学素子とを備え、信号検出用の光学素子のレンズ面に導電材が埋め込まれていることを特徴とする請求項7記載の光学ヘッド。

【請求項11】 上記導電材に電流を流すための電極が設けられていることを特徴とする請求項7記載の光学ヘッド。

【請求項12】 同一光源からのレーザ光を分岐して光学素子に入射し、その焦点平面に2つの光学スポットを形成するとともに、

一方の光学スポットに対応する位置にこの光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材を配し、

上記導電材を配した光学スポットを検出光、他方の光学スポットを参照光として、これらの光記録媒体からの戻り光の干渉を利用して信号を再生することを特徴とする信号再生方法。

【請求項13】 レーザ光を光学素子に入射し、その光学スポット位置に導電材を配するとともに、この導電材に高周波の電流を流し、

光記録媒体表面の導電体と上記導電材との相互作用を上記高周波と同期した信号を取り出すことにより検出し、光記録媒体に記録された信号を再生することを特徴とする信号再生方法。

【請求項14】 上記レーザ光の偏向面の向きと電流の方向とを略直交若しくは略平行とすることを特徴とする請求項13記載の信号再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学スポットよりも微小なマークを検出し得る新規な光学素子に関するものであり、さらには光学ヘッドや信号再生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光記録の分野においては、高記録密度化が進められており、これに対応して様々な記録再生方式が提案されている。

【0003】

例えば、光記録媒体に再生光を照射して信号の再生を行う光学ヘッドにおいては、ソリッド・イマージョン・レンズ (Solid Immersion Lens: 以下、SILと称する。) やソリッド・イマージョン・ミラー (Solid Immersion Mirror: 以下

、S I Mと称する。) 等を光学素子として用い、近接場(ニアフィールド)における滲みだし光を利用して、これまでの光学系を大きく上回る高N Aでの再生を可能とする技術が開発されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

一方で、干渉顕微鏡を用い、その先端に金属針を配置して被検査体表面の形状を測定する方法が提案されている。

【0005】

この金属針の先端部は100 nm程度に尖らせてあり、その部分が被検査体の表面にわずかにコートされたCrと電磁相互作用を起こす。その作用は、針先とCr表面との距離に依存する。

【0006】

このとき、針先部分に光を集光すると、集光された光は、先の電磁作用により光の波の位相がずれる。その量は $10^{-8}/\sqrt{Hz}$ のオーダーであるが、針先と離れた場所の光との位相差干渉効果を用いて検出することが可能である。(F.Zenhausen, M.P.O' Boyle, and H.K.Wickramasinghe: Apertureless near-field optical microscope, Appl. Phys. Lett. 65 (13), 2 September 1994) (Y.Martin, S.Rshton, and H.K.Wickramasinghe: Optical data storage read out at 256 Gbits/sq.in, Appl.Phys.Lett.71 (1), 7 July 1997)

上記の原理を応用すれば、上記S I LやS I Mを越える解像度での検出が期待されるが、光記録の分野においては、未だ実用に至っていない。例えば、先の参考文献に記載の技術では、カンチレバーを常にディスク表面に一定の距離に近づけるため、カンチレバーの背後から別のレーザ光を照射し、その動きから電気的なサーボを行い針先とディスクの距離が数十nmとなるようにコントロールしている。しかしながら、カンチレバーの動きが遅いため、高速の読み出しができないという欠点がある。

【0007】

本発明は、このような従来の状況に鑑みて提案されたものであり、上記の原理を光記録の分野に容易に導入可能とすることを目的とする。

【0008】

具体的には、光学系で集光される光学スポットよりも微小なマークを検出し得る光学素子を提供し、さらには光学ヘッドや信号再生方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明の光学素子は、光軸と略直交するレンズ面に、このレンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材が埋め込まれていることを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の光学ヘッドは、スライダに光学素子が搭載されてなり、光記録媒体に再生光を照射して信号の再生を行う光学ヘッドにおいて、上記光学素子は、光軸と略直交するレンズ面に、このレンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材が埋め込まれていることを特徴とするものである。

【0011】

さらに、本発明の信号再生方法は、同一光源からのレーザ光を分岐して光学素子に入射し、その焦点平面に2つの光学スポットを形成するとともに、一方の光学スポットに対応する位置にこの光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材を配し、上記導電材を配した光学スポットを検出光、他方の光学スポットを参照光として、これらの光記録媒体からの戻り光の干渉を利用して信号を再生することを特徴とするものであり、あるいは、レーザ光を光学素子に入射し、その光学スポット位置に導電材を配するとともに、この導電材に高周波の電流を流し、光記録媒体表面の導電体と上記導電材との相互作用を上記高周波と同期した信号を取り出すことにより検出し、光記録媒体に記録された信号を再生することを特徴とするものである。

【0012】

本発明は、光学素子に埋め込まれた導電材と光記録媒体表面の導電材料との電磁相互作用による光の微弱な位相変化を検出することを基本原理とするものであ

る。

【0013】

ここで、上記導電材は、レンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有するものであり、したがって、光学スポットよりも微小なマークが検出される。

【0014】

また、上記導電材は光学素子に一体的に埋め込まれており、特に光学ヘッドにおいては繁雑なサーボ機構が不要であり、高速読み出しも実現される。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した光学素子や光学ヘッド、信号再生方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0016】

図1～図4は、いずれも半球レンズに導電体を埋め込んだ光学素子の例を示すものである。これらはSILを用いた近接場での位相検出可能なレンズ形状の例である。

【0017】

例えば図1に示す光学素子では、半球レンズLの光軸中心に円錐形の金属Mが導電材として埋め込まれている。図2は、半球レンズLに先端に向かうに従って段階的に径が小さくなるような金属Mが導電材として埋め込まれた光学素子を示すものである。

【0018】

図3は、半球レンズLに直径数百nm程度の微細な半金属S（例えばSi）のみが埋め込まれた光学素子の一例である。図4は、半球レンズLの光軸中心に円錐形の透明導電体Tが導電材として埋め込まれた光学素子の一例である。

【0019】

いずれの光学素子においても、導電材（金属M、半金属S、透明導電体T）の先端の直径は、半球レンズLによって焦点面Fにおいて集光される光学スポットの径よりも小さい径を有し、この先端が半球レンズLの焦点面Fの光学スポット

内に臨むように埋め込まれている。

【0020】

なお、上記各光学素子のようなSILの場合、半球レンズLに対して光線は垂直に入射する。このとき、半球下面（焦点面F）における光学スポット径は、波長／NAで決まる。また、開口数NA = nSinθ（n：屈折率）である。

【0021】

上記の構成において、導電材（金属M、半金属S、透明導電体T）は、半球レンズLに入射する光線を邪魔しない形、すなわち埋め込まれた導電材により光線が屈折されたり、反射によりレンズ内の光線軌跡が影響されない形状が必要である。

【0022】

これにより、光軸中心部はレンズに光が入る前に金属、半金属により遮蔽されるため、レンズ下面（焦点面F）の光学スポットは、超解像の光学スポットになる。

【0023】

透明導電体Tにおいては、円錐形状であれば、同様に光の軌跡を乱すことがない。

【0024】

光線を乱さないサイズとしては、使用波長の半分程度の形状誤差は許容できるので、例えば直径数百nmの金属球の埋め込みも可能である。

【0025】

また、本発明は、上記のSILに限らず、図5に示すような超半球レンズ（Super SIL）や、図6に示すようなSIMにも適用可能であり、さらには、対物レンズ等にも適用可能である。

【0026】

上記の光学素子を用いて例えば光ディスクの凹凸ピットを読み出す場合、光学素子に埋め込まれた導電材と光ディスクの表面にコートされた記録層（例えばCr）と電磁相互作用を起こす。その作用は、導電材とCr表面との距離に依存する。

【0027】

このとき、針先部分（導電材の先端部分）に光を集光すると、集光された光は上記電磁相互作用により光の波の位相がずれる。これを参照光との位相差干渉効果を用いて検出することで、導電材の先端径を解像度とする読み出しが可能であり、集光した光学スポットよりも微少な凹凸ピットを再生することができる。具体的には、同一光源からのレーザ光を分岐して上記光学素子に入射し、その焦点平面に2つの光学スポットを形成するとともに、一方の光学スポットに対応する位置に上記導電材を配し、導電材を配した光学スポットを検出光、他方の光学スポットを参照光として、これらの光記録媒体からの戻り光の干渉を利用して信号を再生する。

【0028】

観測される位相差 $\Delta\phi$ は、数1で表される。ここで、Siの帯磁率 χ は、 $\chi = 14.0 + 14i$ であり、上記位相差 $\Delta\phi$ は、光ディスクの表面にコートされたCrの χ ($= -1.4 + 37.4i$)との積に依存する。

【0029】

【数1】

位相差

$$\Delta\phi = \frac{5}{9}(\kappa a)^3 \frac{NA^2}{n^2} \operatorname{Re}(\chi_1, \chi_2)$$

a：プローブの先端径

NA：レンズの開口率

χ_1, χ_2 ：帯磁率

【0030】

したがって、Cr, Si以外に、Au ($\chi = 0.188 + 5.39i$) やAl ($\chi = 2.80 + 8.45i$) のように、帯磁率 χ の虚数部分の大きな導電材料を上記導電材（金属Mや半金属S、透明導電体T）に用いることが好ましい。

【0031】

上記導電材の別の例としては、図7に示すように、SILの焦点面Fに光学ス

ポットPを横切る幅数百nmのワイヤWを配置することが挙げられる。このとき、ワイヤWの両端に電極D1, D2を設け、上記ワイヤWに電流が流れるようにすれば、上記電磁相互作用を増幅することができる。

【0032】

例えば、レーザ光をSILに入射するとともに、ワイヤWに高周波の電流を流し、光記録媒体表面の導電体と上記ワイヤWとの相互作用を高周波と同期した信号を取り出すことにより検出し、光記録媒体に記録された信号を高感度に再生することができる。

【0033】

なお、このとき上記レーザ光の偏向面の向きと電流の方向とを略直交若しくは略平行とすることにより、光磁気ディスクの記録層における偏向面の変化を高精度に検出することが可能となる。

【0034】

また、光学素子をワイヤWと直交する方向に移動しながら再生を行えば、ワイヤWの線幅を解像度とする信号再生が可能である。

【0035】

次に、上記のような光学素子を用いた光学ヘッドについて説明し、これを用いた信号再生方法について説明する。

【0036】

図8は、スライダと光学素子を一体化し、これに導電材を埋め込んだ光学ヘッドの一例を示すものである。

【0037】

この光学ヘッドは、レンズを兼ねるガラススライダ1に金属2を埋め込んでなるものであり、レーザダイオードLDから出射されるレーザ光を、ビームスプリッタBS、集光レンズL1を介してガラススライダ1に導き、光記録媒体3に再生光として照射して信号の再生を行う。

【0038】

このとき、レーザダイオードLDからのレーザ光は、ビームスプリッタBSと集光レンズL1の間に配されたウォラストンプリズム4によって僅かな角度で分

岐され、一方は検出光HKとして上記金属2の先端位置に集光され、他方は参照光HSとしてスポットから上記金属2が外れるような位置に集光される。

【0039】

なお、図8においては、上記集光レンズL1とガラススライダ1とが離れているように図示されているが、これらは一体化する必要がある。

【0040】

戻り光は、上記ビームスプリッタBSにより検出用のフォトディテクタPDへと導かれる。ここでもウォラストンプリズム5によって戻り光が分岐される。

【0041】

以上のような光学ヘッドを用いて光記録媒体3の信号を再生する際には、検出光HKと参照光HSの位相差を干渉測定により検出する。

【0042】

例えば、上記金属2の先端が光記録媒体のピットの凸部と対向する位置にあるときと、凹部と対向する位置にあるときとで、金属2の先端と光記録媒体表面の記録層（導電材層）との間の距離が変わる。その結果、電磁相互作用の強さが変わり、位相のずれが僅かに変わる。

【0043】

この位相のずれの変化を上記干渉測定により検出し、ピット（信号）を再生する。

【0044】

図9及び図10は、SIMを搭載した光学ヘッドの一例を示すものである。この光学ヘッドにおいては、ガラススライダ21の上にSIM22が載置され、接着層により固定されている。

【0045】

そして、上記ガラススライダ21は、サスペンション23により支持され、光ディスク駆動装置等に装着されている。

【0046】

ガラススライダ21は厚さ291μmであり、浮上量60nmでの浮上が実現される。

【0047】

ガラススライダ21の光記録媒体対向面21aは、レール面24、フロントステップ部25、負圧溝26から構成され、レール面24が凸面、フロントステップ部25が0.35μmレール面24よりも膨り下げられ、負圧溝26はレール面24よりも3μm程度膨り下げられている。

【0048】

したがって、上記レール面24が浮上時に光ディスク表面に一番近づく部分となる。

【0049】

上記負圧溝26のほぼ中央部には、レール面24と同じ高さを有しSIM22の下面（焦点面）が臨むセンターアイランド27が設けられており、ここに幅300nmのSiワイヤ28が導電材として設けられている。

【0050】

Siワイヤ28と検出光スポット29、参照光スポット30の位置関係は図示の通りである。すなわち、Siワイヤ28は検出光スポット29を横切って配線されており、参照光スポット30はSiワイヤ28からは外れた位置に設定されている。

【0051】

また、Siワイヤ28の両端には、リード線31、32が接続されており、Siワイヤ28に電流を流せるような構成となっている。浮上に影響を与えないよう、リード線31、32は溝下面に配置されており、Siワイヤ28を配線するための300nmの溝はレール面であるセンターアイランド27の中心に設けられている。

【0052】

上記Siワイヤ28の作成方法としては、例えばガラススライダ21形成後、パターニングにより幅300nm、深さ500nmの溝を形成し、Siをスパッタにより被覆した後、リフトオフ法により溝部以外のSiを除去し、表面キスラップ研磨を行う方法等を挙げることができる。

【0053】

SILスライダの場合も同様の構成を採用することができる。図11は用いるSILの一例を示すものであり、この例では、半球レンズ41はガラス基板42に埋め込まれたものを用い、これを集光レンズ基板43と一体化している。

【0054】

上記の光学ヘッドでは、光学系はウォラストンプリズムで僅かな角度で分岐された平行光をレンズに入射させ、レンズにより集光されたスポットはスライダ下面に光スポットを形成する。

【0055】

スポットサイズは、スライダ下面において、SIMスライダの例では $0.6\mu m$ ($NA = 1.8$ に対応) であった。SILスライダの場合には、 $0.7\mu m$ ($NA = 1.0$ に対応) であった。

【0056】

それぞれ2つのスポットは、約 $2\mu m$ 離して配置した。光ディスクは、ガラス基板にピット長さ $50nm$ の凹凸が形成されており、表面にCrを厚さ $50nm$ となるように被覆した。

【0057】

この光ディスク上でスライダを $40nm$ (線速 $10m/s$) 浮上させた。

【0058】

リード線には、 $100MHz$ から $4GHz$ 程度 (f_0) の高周波 (データレートより十分高い周波数) の微少電流を流し、2つの分岐した光の差動を f_0 と同期させながら信号を取ることにより、光ディスク上の $50nm$ のマーク長に対応したランダムパターンの検出が可能であった。

【0059】

同様にして、上述したような基板に形成された凹凸により情報が記録されている光ディスクだけでなく、相変化型の光ディスクにおいても、記録マークを検出することが可能である。相変化型の光ディスクでは、例えばGeSbTeなどの相変化材料により形成された信号記録層に対して、光熱記録により、反射率の異なる記録マークが形成される。相変化型の光ディスクにおける、この反射率の違

いは、帯磁率 χ の違いを意味している。したがって、本発明により、上述と同様にして、相変化型の光ディスクに形成された微小ピット長の記録マークの検出が可能であった。

【0060】

同様に、導電体をパーマロイのような高透磁率の材料、または鉄のような強磁性体を用いることによって、光磁気あるいは磁気記録媒体の微少磁区を検出することが可能であった。

【0061】

例えば、パーマロイを幅200nmでスライダ下面に配し、これに高周波電流を流し、発生した局部微少磁界が光ディスク上の上向き磁区と下向き磁区とにより、ごく僅か磁界分布に変化を生ずる。この磁界分布の変化は、光との相互作用により光の位相の変化となって検出される。

【0062】

以上のように、ニアフィールドの光学系で小さく絞られたスポットを用い、さらにそれより小さい導電材を配することにより、光ディスク上の10nm程度の凹凸、磁性媒体の微少磁区の高速読み出しが可能である。

【0063】

【発明の効果】

以上の説明からも明らかなように、本発明によれば、光学スポットよりも微小なマークを検出することができる。

【0064】

また、このとき繁雑なサーボ機構が不要であり、高速読み出しも実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

金属を埋め込んだSILの一例を示す模式図である。

【図2】

金属を埋め込んだSILの他の例を示す模式図である。

【図3】

微少Siを埋め込んだSILの一例を示す模式図である。

【図4】

透明導電体を埋め込んだSILの一例を示す模式図である。

【図5】

超半球レンズの一例を示す模式図である。

【図6】

SIMの一例を示す模式図である。

【図7】

導電材を線状にしてSILに埋め込んだ例を示す模式図である。

【図8】

光学ヘッドの一構成例を示す模式図である。

【図9】

SIMを搭載した光学ヘッドの一例を示す概略側面図である。

【図10】

図9に示す光学ヘッドの光記録媒体対向面を示す概略平面図である。

【図11】

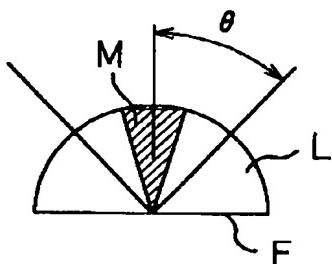
光学ヘッドの搭載されるSILの一例を示す模式図である。

【符号の説明】

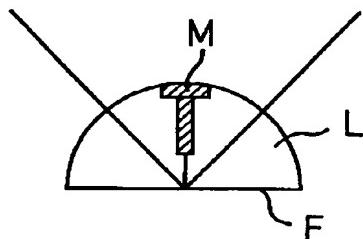
- 1 ガラススライダ、2 金属、22 SIM、29 Siワイヤ

【書類名】 図面

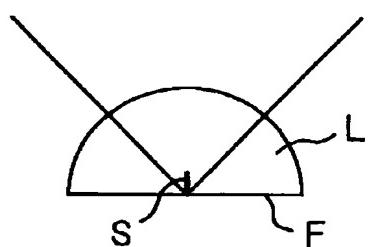
【図1】



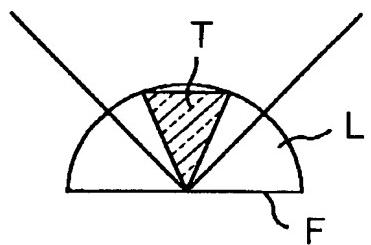
【図2】



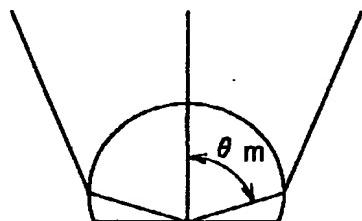
【図3】



【図4】

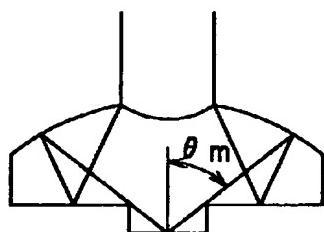


【図5】



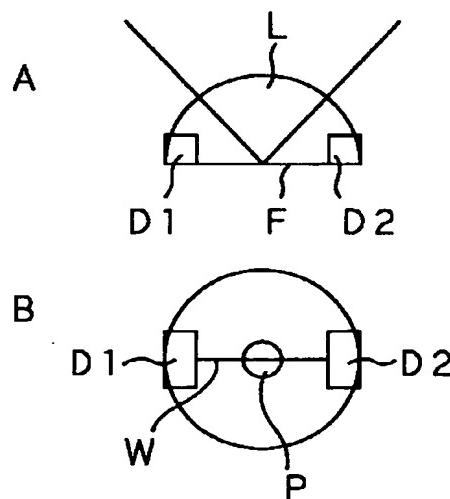
$$NA = n \times n \sin \theta$$

【図6】

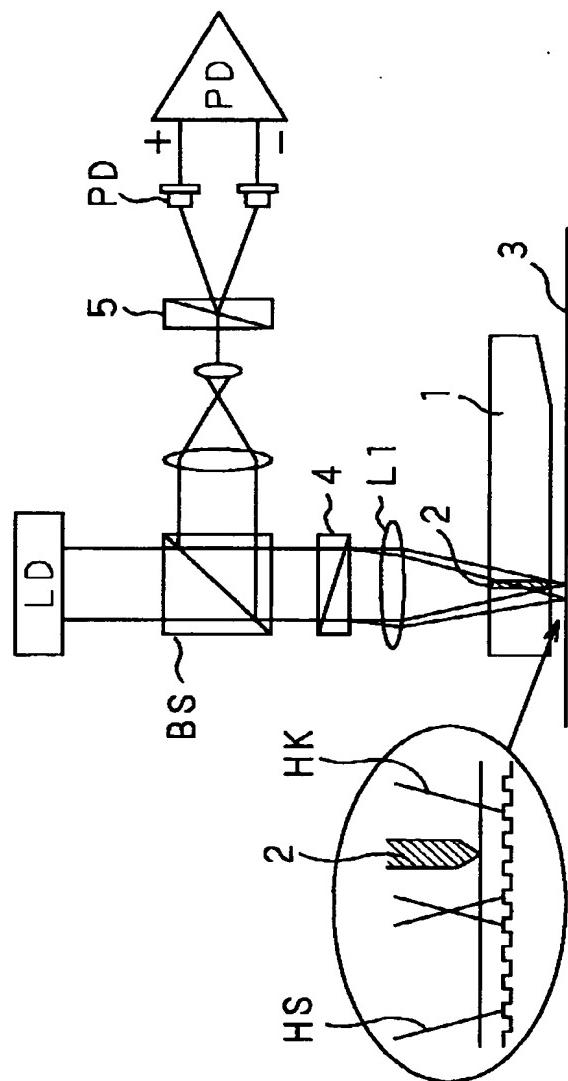


$$NA = n \sin \theta$$

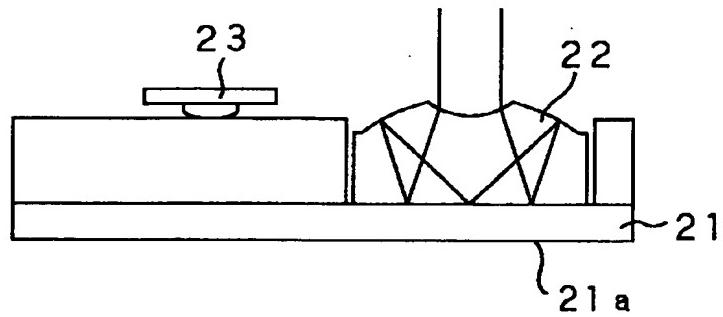
【図7】



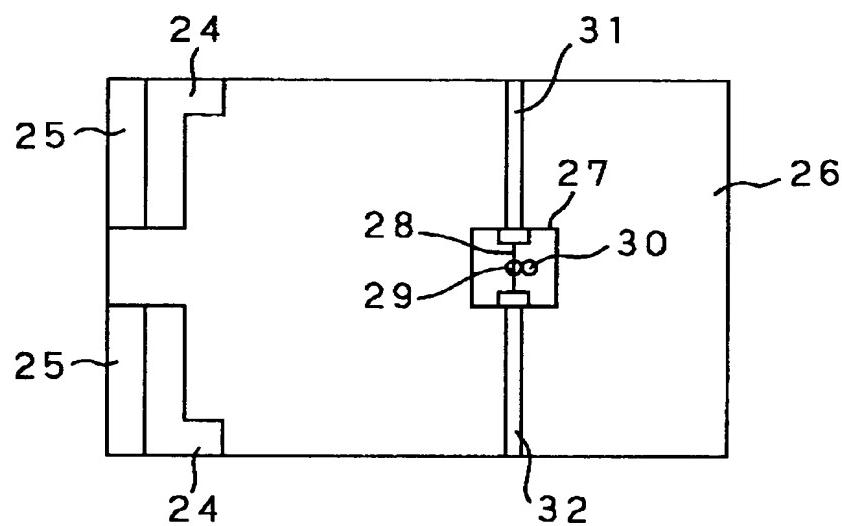
【図8】



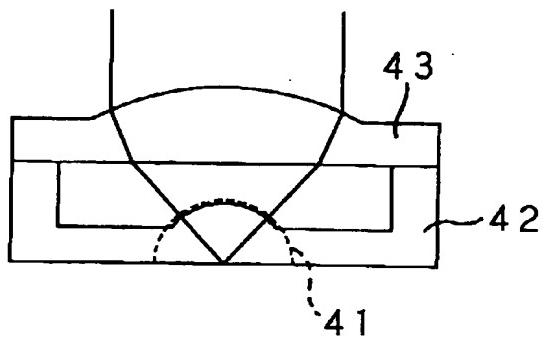
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学スポットよりも微小なマークを高速で読み出し可能とする。

【解決手段】 光軸と略直交するレンズ面に、このレンズ面における光学スポットの径より小なる直径若しくは幅を有する導電材が埋め込まれている。この光学素子は、光記録媒体に再生光を照射して信号の再生を行う光学ヘッドに用いる。

そして、光学素子に埋め込まれた導電材と光記録媒体表面の導電材料との電磁相互作用による光の微弱な位相変化を検出することを基本原理とし、例えば光記録媒体からの戻り光の干渉を利用して信号を再生する。あるいは、導電材に高周波の電流を流し、光記録媒体表面の導電体と導電材との相互作用を高周波と同期した信号を取り出すことにより検出し、光記録媒体に記録された信号を再生する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社